

黄芩提取物对百香果采后贮藏品质的影响

陈勇杏^{1a,2}, 华燕^{1a*}, 郭磊^{1b}, 鲁斌^{1a}, 余晚霞^{1a}, 杨翠凤², 滕峥^{2*}

(1.西南林业大学 a.林学院 b.生命科学学院, 昆明 650224;

2.百色学院 农业与食品工程学院, 广西 百色 533000)

摘要: **目的** 为研究不同质量浓度黄芩提取物处理对百香果采后贮藏保鲜品质的效果, 以期延长百香果贮藏时间。**方法** 以百香果为原料, 黄芩提取物为保鲜剂, 蒸馏水浸泡为对照, 使用不同质量浓度黄芩提取物对百香果进行浸泡处理并置于室温贮藏(温度为18~23℃)。检测不同质量浓度黄芩提取物对百香果果实品质指标的影响, 总结黄芩提取物最佳保鲜质量浓度以及贮藏保鲜效果。**结果** 在室温条件下, 与对照处理相比, 不同质量浓度黄芩提取物处理均能起到贮藏保鲜的效果。CK组的百香果在贮藏17 d后质量损失率为24.67%, 硬度为6.31 kg/cm², 可溶性固形物含量为10.45 mg/g, 而黄芩提取物处理B组(12.5 mg/mL)的百香果在贮藏17 d后质量损失率为17.60%、硬度为8.29 kg/cm²、可溶性固形物含量为12.84 mg/g, CK组与黄芩提取物处理B组(12.5 mg/mL)之间各指标呈显著性差异($P<0.05$)。B组(12.5 mg/mL)黄芩提取物在保持百香果果实硬度、质量损失率、可溶性蛋白质、可溶性糖和维生素C等外在及内在品质指标的稳定均不同程度优于CK组和其他质量浓度黄芩提取物处理组。**结论** 在百香果室温贮藏保鲜中, 采用质量浓度为12.5 mg/mL的黄芩提取物处理可以减少果实营养物质消耗, 保持较好的果实品质。

关键词: 黄芩提取物; 百香果; 贮藏品质; 采后保鲜

中图分类号: TB485.9; TS255.3 **文献标志码:** A **文章编号:** 1001-3563(2024)03-0099-08

DOI: 10.19554/j.cnki.1001-3563.2024.03.012

Effect of *Scutellaria Baicalensis* Georgi Extract on Postharvest Storage Quality of Passion Fruit

CHEN Yongxing^{1a,2}, HUA Yan^{1a*}, GUO Lei^{1b}, LU Bin^{1a}, YU Wanxia^{1a},
YANG Cuifeng², TENG Zheng^{2*}

(1. a. College of Forestry, b. College of Life Science, Southwest Forestry University, Kunming 650224, China;

2. College of Agricultural and Food Engineering, Baise University, Guangxi Baise 533000, China)

ABSTRACT: The work aims to study the effect of different mass concentrations of *Scutellaria baicalensis* Georgi extract treatment on the postharvest storage and preservation quality of passion fruit, so as to prolong the storage time of passion fruit. With passion fruit as raw material, *Scutellaria baicalensis* Georgi extract as preservative, distilled water as control, passion fruits were soaked with *Scutellaria baicalensis* Georgi extract of different mass concentrations and stored at room temperature (18~23℃). The effects of different mass concentrations of *Scutellaria baicalensis* Georgi extract on the

收稿日期: 2023-06-30

基金项目: 广西自然科学基金项目(2021JJB130444, 2022JJB130088); 广西科技基地和人才专项(2020AC20047); 百色市科技支撑计划项目(百科20203203); 广西一流学科建设项目资助(农业资源与环境, 桂教科研[2022]1号); 云南省教育厅科学研究基金项目(2023Y0741)

*通信作者

quality index of passion fruit were detected, and the optimal concentration and storage & preservation effect of *Scutellaria baicalensis* Georgi extract were summarized. At room temperature, compared with the control treatment, different concentrations of *Scutellaria baicalensis* Georgi extract could have the effect of storage and preservation. The weight loss rate of passion fruit in the control group was 24.67%, the hardness was 6.31 kg/cm², and the soluble solids content was 10.45 mg/g after 17 days of storage, while the weight loss rate of passion fruit in the *Scutellaria baicalensis* Georgi extract treatment group B (12.5 mg/mL) was 17.60%, the hardness was 8.29 kg/cm², and the soluble solids content was 12.84 mg/g after 17 days of storage. There were significant differences ($P<0.05$) between the control group and the *Scutellaria baicalensis* Georgi extract treatment group B (12.5 mg/mL). Group B (12.5 mg/mL) of *Scutellaria baicalensis* Georgi extract was better than that of the control group and other treatment groups in maintaining the stability of external and internal quality indexes such as hardness, weight loss rate, soluble protein, soluble sugar and vitamin C of passion fruit. In the room temperature storage and preservation of passion fruit, the treatment of *Scutellaria baicalensis* Georgi extract with a mass concentration of 12.5 mg/mL can reduce the consumption of fruit nutrients and maintain better quality of fruits.

KEY WORDS: *Scutellaria baicalensis* Georgi extract; passion fruit; storage quality; postharvest preservation

百香果 (*Passiflora edulis* Sims), 原产地巴西, 又称为鸡蛋果、西番莲, 是西番莲科多年生热带亚热带藤蔓性植物, 在我国主产区为广东、广西、福建等, 其中广西的栽植面积及产业规模最大^[1-2]。百香果果实是著名的热带特色浆果, 其香味集合了大多数热带亚热带水果的特点, 香醇物质独特, 香型众多。百香果的食用、药用与观赏价值很高, 百香果中富含人体所必需的多种氨基酸、蛋白质、多糖、维生素及微量元素, 具有清热解毒、降血脂血压、化痰止咳等功效^[3-4]。百香果属于呼吸跃变型水果, 采后乙烯代谢与呼吸作用加强, 果实后熟会迅速软化褶皱及腐败变质, 降低果实的品质, 增加百香果的贮藏和运输成本^[5]。对百香果腐烂致病菌研究发现, 九州镰孢菌 (*Fusarium kyushuense*)、镰孢菌 (*Fusarium concentricum*)、刺盘孢属 (*Colletotrichum*) 和链格孢属 (*Alternaria*) 是引起百香果腐烂的真菌病原体, 它们对黄金百香果和紫色百香果具有致病性^[6]。百香果贮藏保鲜成本高, 采后易发生病害、腐烂, 果肉易变质而风味改变, 货架期短等问题制约着百香果产业发展, 利用现代技术延长百香果贮藏保鲜时间是解决这些问题的一个关键方向。

黄芩 (*Scutellaria baicalensis* Georgi) 别名为山茶根、黄金茶, 是唇形科黄芩属植物, 在我国主要分布在北方地区。黄芩主要活性成分为黄芩苷、黄芩素、汉黄芩苷等, 具有清热祛湿、抗菌消炎等作用^[7-8]。黄芩提取物抗菌研究发现, 黄芩提取物对大肠杆菌、枯草芽孢杆菌、铜绿假单胞菌、金黄色葡萄球菌、溶藻弧菌等多种细菌具有抗菌活性作用^[9-10]。水果采后因温度、湿度等环境条件的变化以及表面微生物的污染而容易发生腐烂变质。近几年中草药等植物源有效成分在食品保鲜领域的研究利用成为研究热点, 植物源提取物可以有效抑制果实表面腐败病菌的生长, 降低果实的呼吸及代谢速率, 从而达到减少营养物质的

损耗, 延长果实贮藏期的效果^[11-13]。黄芩提取物单独或与植物源提取物复配物用于猕猴桃^[14]、芒果^[15]、圣女果^[16]、苹果^[17]等水果保鲜研究发现, 其作用大致相同, 主要是通过杀死或抑制表面微生物, 降低果实病腐变质率; 通过生理作用降低果实的呼吸作用, 延缓内部营养物质流失, 保持果实硬度, 降低质量损失率, 达到保持外观及营养品质的效果^[18]。目前为止, 未见将黄芩提取物应用于百香果贮藏保鲜研究的相关报道。本研究以百香果为实验材料, 探究不同浓度黄芩提取物对百香果采后贮藏品质的影响, 以期百香果采后保鲜提供不同思路。

1 实验

1.1 实验材料

主要材料: 以百色市靖西市紫皮百香果为实验材料, 采摘于靖西市化峒镇百香果脱贫奔康产业园, 果实的成熟度为 8 分熟, 在采果时挑选果实大小均匀、无病虫害、果皮没有伤痕, 外形饱满圆润, 色泽光靓, 成熟度相同的优质新鲜果实; 中药黄芩饮片购于百色市大森林大药房连锁店。

1.2 试剂与设备

1.2.1 主要试剂

主要试剂: 牛血清蛋白、考马斯亮蓝 G-250、磷酸、乙酸乙酯、乙醇、抗坏血酸、2, 6-萘酚钠盐、浓硫酸、蒽酮、NaOH、酚酞指示剂、草酸等 (试剂、药品均为分析纯)。

1.2.2 主要仪器设备

主要仪器设备: CY-4 硬度计, 爱德堡仪器; LYT-330 手持式折光仪, 上海凌誉公司; UV-2700 紫外分光光度计, 岛津企业管理 (中国) 有限公司;

HH-4 数显恒温水浴锅, 国华电器有限公司; FA1204B 电子天平, 上海市安亭电子仪器厂; ZT-1000A 高速多功能粉碎机, 永康市展帆工贸有限公司; SMY-2000 色差仪, 北京盛名扬科技开发有限公司。

1.3 方法

1.3.1 黄芩提取物的制备

参照文献[19]黄芩苷提取工艺的研究并加以改进, 采用溶剂煎煮提取方法, 蒸馏水为提取剂, 提前 1 h 将黄芩饮片粉末浸泡, 料液比为 1:13, 提取时间为 2 h, 使用纱布过滤, 提取 3 次, 合并滤液, 水浴浓缩, 得到黄芩提取物 1 g/mL (每 mL 含 1 g 原药) 悬液, 装入容器并在 4 °C 冰箱保存备用。

1.3.2 实验处理

实验设置 6 个质量浓度处理依次为 CK 组 (0 mg/mL)、A 组 (10 mg/mL)、B 组 (12.5 mg/mL)、C 组 (15 mg/mL)、D 组 (17.5 mg/mL)、E 组 (20 mg/mL) 的黄芩提取物浸泡液, 百香果采摘运送回实验室后, 立即进行挑拣分组处理, 每个处理 120 个果, 提取物浸泡液中浸泡 6 min 后, 捞出通风晾干, 室温贮藏 (温度 18~23 °C)。

每隔 4 d 取样检测指标, 将百香果破开后果肉经过纱布过滤后得原浆果汁, 根据不同指标测定需要, 将原浆果汁稀释成不同浓度备用, 每个检测指标重复 3 次。质量损失率、色差这 2 个指标每组预留专门的果实检测, 预留的果实不再做其他指标检测。

1.3.3 外观品质指标测定方法

百香果硬度指标的测定: 使用硬度计方法测定果实硬度 (kg/cm^2), 每组随机抽取 3 个百香果, 在 3 个不同位置进行测量, 测定其果实硬度, 每组样品测量 3 次, 取平均值; 使用称量法测定质量损失率, 见式 (1)。

$$F_m = \frac{m_1 - m_2}{m_1} \times 100\% \quad (1)$$

式中: F_m 为百香果贮藏期间质量损失率, %; m_1 为百香果贮藏前的质量, g; m_2 为百香果贮藏后的质量, g。

总色差指标的测定: 参考文献[20]的方法并加以改进, 使用色差仪对百香果果实的赤道面周围 3 个点的 L 、 a 、 b 值进行测定, 重复 3 次, 根据式 (2) 计算色差值。

$$\Delta E = \sqrt{(L - L_{\text{int}})^2 + (a - a_{\text{int}})^2 + (b - b_{\text{int}})^2} \quad (2)$$

式中: ΔE 为亮度差值; L 为亮度值; a 为红绿亮度值; b 为黄蓝亮度值; 角标 int 表示标准色差参照值。

1.3.4 内在品质指标测定方法

参考李小方等^[21]的实验操作测定百香果内在品质指标, 使用手持式折光仪测定可溶性固形物含

量 (mg/g); 使用考马斯亮蓝 G-250 染色法测定可溶性蛋白含量 (mg/g); 使用 2, 6-靛酚钠滴定法测定维生素 C 含量 (mg/g); 使用酸碱滴定法检测可滴定酸含量 (%); 使用蒽酮比色法测定可溶性糖含量 (mg/g)。

1.4 数据的分析

使用 Microsoft Office Excel 2010 软件进行数据处理, SPSS 22.0 进行差异显著性分析及相关性分析, GraphPad 8 软件进行绘图。

2 结果与分析

2.1 黄芩提取物处理对百香果质量损失率的影响

百香果在采后呼吸作用和蒸腾作用增强, 会发生一系列的生理变化, 容易发生失水而导致果皮产生皱缩, 降低果实本身的耐藏性与抗病性, 因此质量损失率是评价百香果保鲜贮藏效果的一个重要指标^[5]。图 1 中体现了不同浓度处理组在 17 d 贮藏中的质量损失率变化, 全部处理组的质量损失率均呈上升趋势, 贮藏至第 5 天时, 各处理组质量损失率分别为 7.47%、5.65%、4.4%、5.94%、6.05%、5.03%。CK 组与黄芩提取物处理组的质量损失率差异最大, 为 2.74%, CK 组与黄芩提取物处理之间的均差异显著 ($P < 0.05$)。第 5~17 天, 各质量浓度黄芩提取物处理组之间对比可知, B 组 (12.5 mg/mL) 黄芩提取物处理后果实质量损失率显著低于其他质量浓度黄芩提取物处理组 ($P < 0.05$)。贮藏期间, 经黄芩提取物处理的百香果的质量损失率显著低于 CK 组 ($P < 0.05$), 说明百香果提取物处理可以保持水分和营养成分, 减少质量损失。

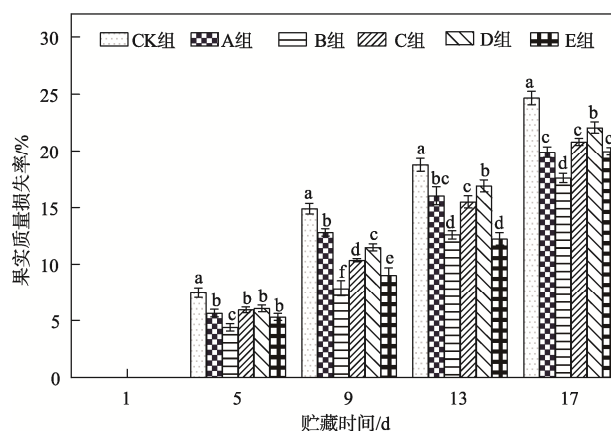


图 1 不同质量浓度的黄芩提取物处理对百香果质量损失率的影响

Fig.1 Effects of different mass concentrations of *Scutellaria baicalensis* Georgi extract treatment on weight loss rate of passion fruit

注: 同一贮藏时间, 不同小写字母表示组间差异显著, $P < 0.05$ 。

2.2 黄芩提取物处理对百香果果实硬度的影响

果实的软化速度是果实保鲜贮藏效果评价的重要指标之一。百香果果实未成熟时细胞间有果胶,能将细胞紧密固定,果实比较硬;随着贮藏时间增加,果实后熟,果胶在果胶酶的作用下被分解,在生理代谢作用下百香果的硬度会逐渐下降^[22]。由图2可知,百香果果实的硬度随贮藏时间的增加而降低,9~17 d,CK组百香果硬度低于黄芩提取物处理组,但黄芩提取物处理组之间果实硬度差异并不显著。百香果采后果实初始硬度为13.13 kg/cm²,贮藏17 d后,CK组百香果果实硬度为6.31 kg/cm²。B组(12.5 mg/mL)处理在第17天时果皮硬度(8.29 kg/cm²)显著低于CK组(6.31 kg/cm²)($P<0.05$),对保持果实良好贮藏品质和商业价值具有重要作用。

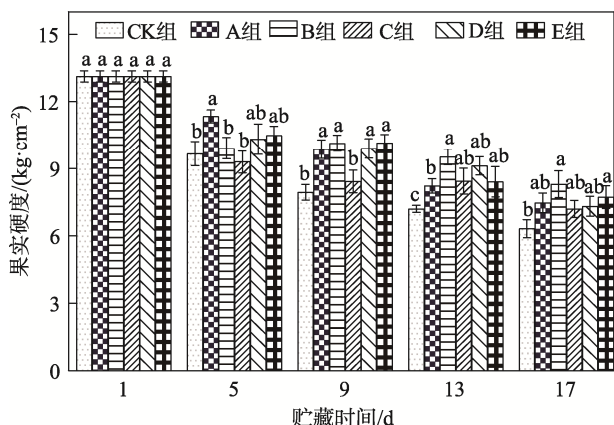


图2 不同质量浓度的黄芩提取物浸泡百香果后其硬度的变化

Fig.2 Changes in hardness of passion fruit soaked with *Scutellaria baicalensis* Georgi extract of different mass concentrations

2.3 黄芩提取物处理对百香果果实色差的影响

果实色泽是评价果实外观品质、成熟程度与商品价值的关键指标之一^[23]。叶绿素酶催化叶绿素降解和紫色有关色素合成是果实颜色变化的主要原因,贮藏中果实腐烂变质会发生褐变^[24]。总色差 ΔE 表示果实表皮颜色变化差异,果实后熟后表皮颜色发生变化。通过色差仪分别测出果实 L 、 a 、 b 的变化,通过式(2)计算出百香果的总色差 ΔE 。图3可以看出,A组(10 mg/mL)、B组(12.5 mg/mL)黄芩提取物处理,色差可能是果实后熟过程,颜色变深紫色,颜色差异大。C组(15 mg/mL)黄芩提取物处理在13~17 d贮藏过程中 ΔE 变化幅度较小,与其他质量浓度处理组有显著性差异($P<0.05$),说明整体的颜色较最初无明显差别。CK组的总色差 ΔE 显著增加,说明百

香果颜色变化较大,可能是黄芩提取物处理百香果表面呼吸率较低,抑制了百香果发生褐变等颜色的变化,能够较好地保持百香果的品质。

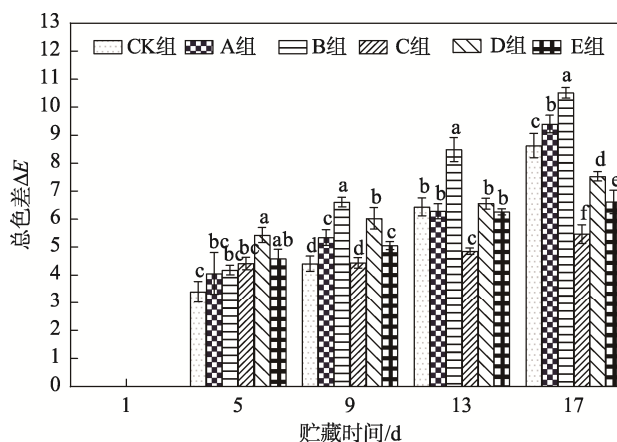


图3 不同质量浓度的黄芩提取物浸泡处理后百香果总色差的变化

Fig.3 Changes in total color difference of passion fruit soaked with *Scutellaria baicalensis* Georgi extract of different mass concentrations

2.4 黄芩提取物处理对百香果果实可溶性固形物的影响

可溶性固形物是流体或液体食品中所有溶于水的化合物的总称,也是呼吸代谢作用的主要底物,包括维生素、糖、酸、矿物质等^[25]。可溶性固形物在果实中的含量可以有效地反映百香果果实的成熟度与品质的变化,其含量变化可反映果实耐贮藏性^[26]。由图4可知,随贮藏保鲜的时间增长,百香果果实的可溶性固形物指标含量呈现先升高后下降的态势。果实可溶性固形物含量的上升趋势,说明百香果正处于一个生理后熟的状态。贮藏保鲜至第5天,黄芩提取物处

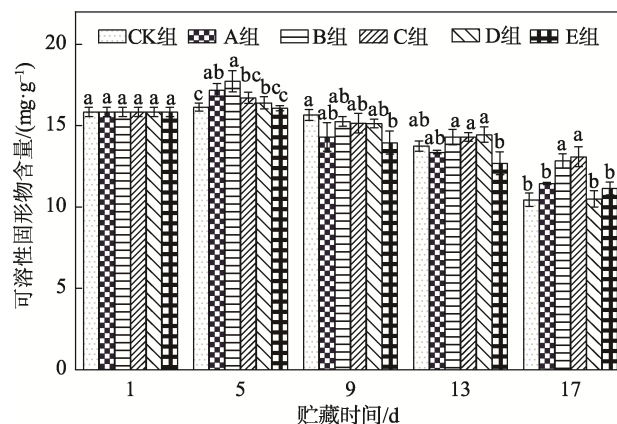


图4 不同质量浓度的黄芩提取物浸泡处理对百香果可溶性固形物含量的影响

Fig.4 Effect of soaking treatment with *Scutellaria baicalensis* Georgi extract of different mass concentrations on the soluble solids content of passion fruit

理与对照处理后百香果的可溶性固形物含量均处于上升水平。到第 9 天时由于果实的呼吸消耗, 可溶性固形物含量均呈现出下降趋势, 黄芩提取物处理各质量浓度组之间含量差异不显著 ($P > 0.05$)。贮藏至第 17 天, CK 组百香果可溶性固形物含量为 10.45 mg/g, C 组 (15 mg/mL) 黄芩提取物处理后百香果可溶性固形物含量为 13.09 mg/g, 与 CK 组差异显著 ($P < 0.05$)。说明黄芩提取物处理能够减少可溶性固形物作为呼吸底物被消耗, 使果实保持较高可溶性固形物含量。

2.5 黄芩提取物处理对百香果果实可滴定酸指标的影响

果实中的有机酸是重要风味物质, 也是维持其呼吸代谢重要的底物, 可滴定酸的含量是评价果实风味品质与贮藏保鲜效果的重要指标, 可滴定酸被分解消耗而含量下降, 可表明百香果保鲜贮藏品质的变化情况^[27]。由图 5 可知, 在贮藏期间, 各组可滴定酸含量呈逐渐下降的趋势, 贮藏至第 5 天, CK 组与各浓度黄芩提取物处理组虽无显著性差异 ($P > 0.05$), 但所有黄芩提取物处理组均明显高于 CK 组; 第 17 天, CK 组可滴定酸含量 1.36% 与 A 组 (10 mg/mL) 黄芩提取物处理后可滴定酸含量 (1.88%) 差异显著 ($P < 0.05$), 说明黄芩提取物处理可减缓百香果可滴定酸含量的下降速度, 保持果实营养物质的含量。

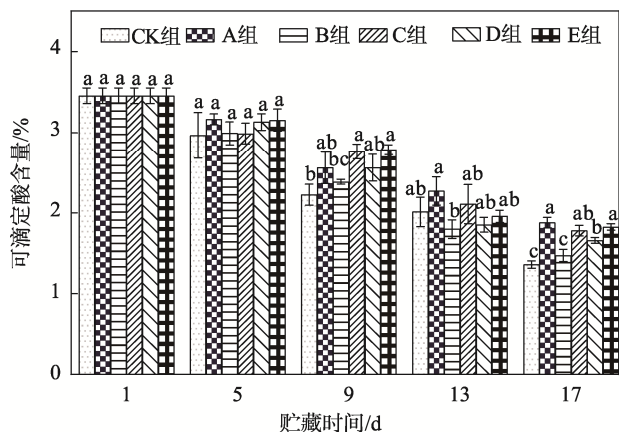


图 5 不同质量浓度的黄芩提取物浸泡处理对百香果可滴定酸的影响

Fig.5 Effect of soaking treatment with *Scutellaria baicalensis* Georgi extract of different mass concentrations on titratable acid of passion fruit

2.6 黄芩提取物处理对百香果维生素 C 指标的影响

维生素 C 在百香果果实中的含量很高, 具有延缓细胞衰老和抗氧化的作用, 是果实中非常有价值的营养成分之一, 而维生素 C 不稳定易氧化, 在贮藏中易受环境和自身代谢影响而发生降解, 降低百香果的营养价值^[28]。由图 6 可知, 在 5~17 d 贮藏保鲜期间, CK 组百香果的维生

素 C 显著低于各质量浓度黄芩提取物处理组 ($P < 0.05$); 黄芩提取物处理组中, B 组 (12.5 mg/mL) 黄芩提取物处理后, 维生素 C 含量显著高于其他质量浓度处理组 ($P < 0.05$)。表明 B 组 (12.5 mg/mL) 黄芩提取物处理的效果优于其他质量浓度处理组, 说明黄芩提取物处理能够延缓百香果衰老速度, 减少果实维生素 C 的消耗。

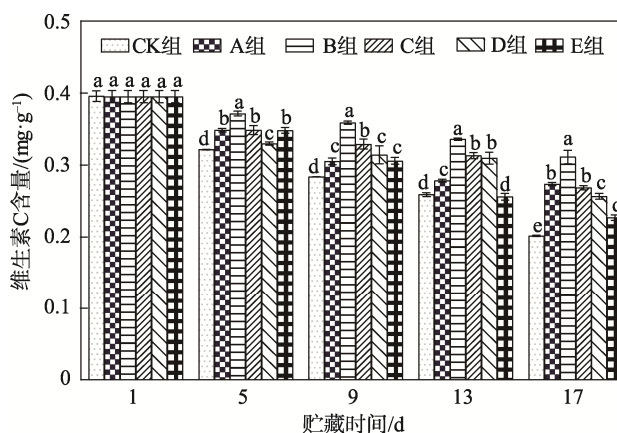


图 6 不同质量浓度的黄芩提取物浸泡处理对百香果维生素 C 的影响

Fig.6 Effect of soaking treatment with *Scutellaria baicalensis* Georgi extract of different mass concentrations on vitamin C of passion fruit

2.7 黄芩提取物处理对百香果可溶性蛋白指标的影响

可溶性蛋白是百香果的主要成分之一。百香果果实转向成熟阶段时, 果实的可溶性蛋白含量呈上升的趋势, 而贮藏保鲜期间果实可溶性蛋白含量越低, 则保鲜效果越差^[29]。由图 7 可知, 贮藏保鲜处理期间, 百香果果实中可溶性蛋白指标含量呈先升高后下降的规律。

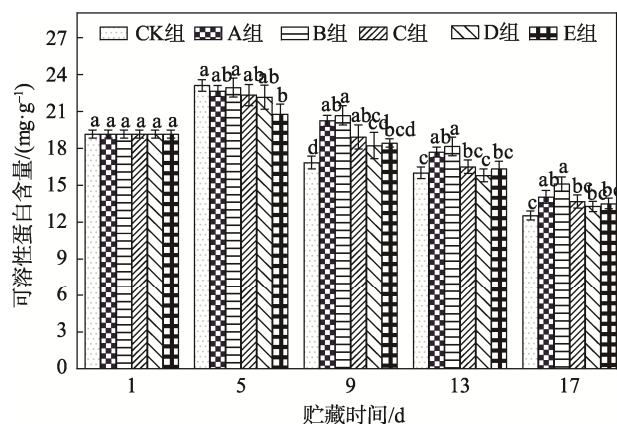


图 7 不同质量浓度的黄芩提取物浸泡处理对百香果可溶性蛋白的影响

Fig.7 Effect of soaking treatment with *Scutellaria baicalensis* Georgi extract of different mass concentrations on soluble protein of passion fruit

贮藏第9天, CK组可溶性蛋白含量为16.83 mg/g, 显著低于B组(12.5 mg/mL)黄芩提取物处理后可溶性蛋白含量为20.67 mg/g ($P<0.05$), 故黄芩提取物处理能够有效延缓可溶性蛋白含量的下降。贮藏时间为9~17 d, CK组低于各质量浓度黄芩提取物处理组, 各质量浓度黄芩提取物处理组中B组(12.5 mg/mL)黄芩提取物处理后, 可溶性蛋白含量显著高于其他质量浓度处理组 ($P<0.05$)。表明B组(12.5 mg/mL)黄芩提取物处理的效果优于其他质量浓度处理组的效果。

2.8 黄芩提取物处理对百香果可溶性糖指标的影响

果实的甜度、风味、营养价值等由果实中的糖含量决定。在果实保鲜贮藏前期, 果实处于生理后熟阶段, 果实内其他物质转化成糖, 糖含量上升, 中后期糖作为底物参与果实呼吸作用被消耗, 糖分含量会逐渐减少, 呈现出先升后下降的趋势^[30]。由图8可得, 前5 d, 百香果可溶性糖均为上升的趋势, 说明果实采摘后均有一个后熟的过程, 新采摘之后的百香果在放置几天之后口感更佳。在贮藏后期, 果实呼吸消耗糖类物质, 使得在贮藏后期糖含量呈下降趋势。第9~17天贮藏期间, CK组可溶性糖含量均显著低于各质量浓度黄芩提取物处理组 ($P<0.05$)。第9天时, CK组及各质量浓度黄芩提取物处理组的可溶性糖含量分别为20.34、24.93、27.25、25.85、27.75、23.14 mg/g, 说明黄芩提取物处理百香果一定程度上减少了对糖分的消耗, 维持了百香果可溶性糖的含量。在贮藏第17天时, B组(12.5 mg/mL)黄芩提取物处理后, 百香果可溶性糖的含量显著低于其他质量浓度黄芩提取物处理组 ($P<0.05$), B组(12.5 mg/mL)黄芩提取物处理的效果最好。

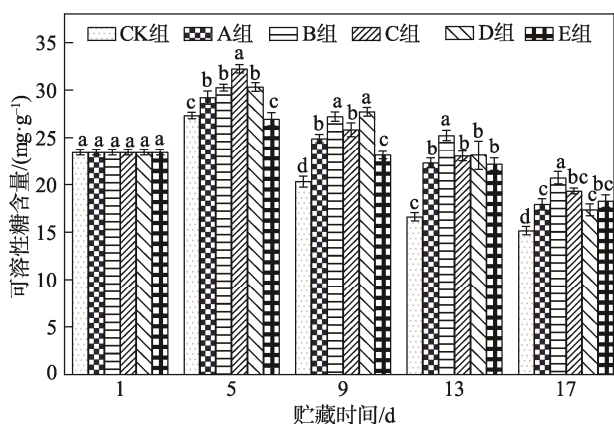


图8 不同质量浓度的黄芩提取物浸泡处理对百香果可溶性糖的影响

Fig.8 Effect of soaking treatment with *Scutellaria baicalensis* Georgi extract of different mass concentrations on soluble sugars of passion fruit

3 讨论

百香果果期较长, 但果实采后不耐贮藏。物理、化学和生理等技术在百香果采后贮藏保鲜期已经取得很大的进展, 主要有热处理、涂膜保鲜处理、气调保鲜处理、冷藏保鲜处理、化学保鲜剂喷洒处理、天然提取物保鲜等^[31-34], 在实际运用中还存在诸多问题。如气调包装贮藏货品占据空间大、密封难、化学保鲜剂有药剂残留、低温保鲜运输中制冷困难、成本高等。中草药提取物作为天然产物, 具有天然、安全、便捷、成本低等特点, 作为天然保鲜剂正慢慢被认可。

果蔬贮藏保鲜作用是通过抑制果实中乙烯的合成, 降低果实的水分散失, 延缓衰老, 保持果实的果形及硬度, 通过提高果实的抗氧化能力以及诱导体内抗病基因的表达来减少因受病原菌感染而导致的腐烂^[23]。黄芩提取物浸泡处理对百香果具有很好的贮藏保鲜效果, 与CK处理相比较, 黄芩提取物处理组能够降低百香果贮藏期间果实的质量损失率, 保持果实硬度, 减少果实腐败变质, 与石浩等^[14]研究黄芩等中药提取物对猕猴桃贮藏的影响相似, 通过延缓果实呼吸和乙烯最大强度出现时间, 以及降低其呼吸、乙烯释放量, 延缓果实软化。百香果在成熟过程中果实紫红色逐渐加深, 随着果实的衰老, 鲜亮的紫红色变淡, 并向灰黄色转变^[24]。黄芩提取物处理延迟果实转色时间, 减少果实褐变, 较好维持百香果果实色泽。果实采后后熟以及呼吸作用, 会消耗糖、酸、维生素等营养物质作为呼吸底物, 果实营养物质含量是评价贮藏保鲜的重要依据^[26]。黄芩提取物处理能够减少百香果营养成分物质的损失, 与霍峰岩等^[15]在芒果上的研究类似。黄芩提取物处理通过推迟呼吸高峰的出现, 增加果实可溶性固形物的含量, 减缓可滴定酸含量的下降速率, 维持果实品质。

4 结语

探究不同质量浓度黄芩提取物对百香果采后贮藏保鲜的外观以及内在品质的影响, 以延长百香果的贮藏保鲜时间。结果表明, 不同质量浓度黄芩提取物处理通过延缓百香果果实硬度和质量损失率的下降, 维持百香果较好的果实色泽, 以保持百香果的外观品质; 通过延缓果实可溶性固形物、可溶性蛋白、可滴定酸、维生素C、可溶性糖等营养物质的减少, 以维持果实的内在品质。综合各项指标评价, 百香果保鲜的最佳黄芩提取物质量浓度为12.5 mg/mL。

中草药黄芩提取物可作为植物源天然产物对果蔬贮藏保鲜具有一定的应用价值。本研究表明, 黄芩提取物对百香果具有保鲜效果, 并探索其最佳质量浓度, 为百香果在销售中保持品质和延长货架期提供技术理论支持。在今后的研究中可以围绕这个最佳质量

浓度进一步细化探索,黄芩提取物对百香果保鲜作用的微观机制有待进一步研究验证,同时与其他物质配制成复配物应用效果是否更佳也有待深入研究。

参考文献:

- [1] 邢相楠,黄永才,陈格,等. 广西百香果产业发展现状、存在问题及对策建议[J]. 南方农业学报, 2020, 51(5): 1240-1246.
XING X N, HUANG Y C, CHEN G, et al. Current Status, existing Problems and Development Suggestions of Guangxi Passion Fruit Industry[J]. Journal of Southern Agriculture, 2020, 51(5): 1240-1246.
- [2] SANTOS T, ARAUJO F, NETO A, et al. Phytochemical Compounds and Antioxidant Activity of the Pulp of Two Brazilian Passion Fruit Species: *Passiflora Cincinnata* Mast. and *Passiflora Edulis* Sims[J]. International Journal of Fruit Science, 2021, 21(398): 255-269.
- [3] 梁倩,李咏富,龙明秀,等. 百香果化学成分及药理活性研究进展[J]. 食品工业科技, 2018, 39(20): 343-347.
LIANG Q, LI Y F, LONG M X, et al. Research Progress on Chemical Constituents and Pharmacological Effects of *Passiflora Edulis* Sims[J]. Science and Technology of Food Industry, 2018, 39(20): 343-347.
- [4] VIERA W, SHINOHARA T, SAMANIEGO I, et al. Pulp Mineral Content of Passion Fruit Germplasm Grown in Ecuador and Its Relationship with Fruit Quality Traits[J]. Plants, 2022, 11(5): 697.
- [5] ZHONG Z W, ZHOU L, YU K B, et al. Effects of Microporous Packaging Combined with Chitosan Coating on the Quality and Physiological Metabolism of Passion Fruit after Harvest[J]. Food and Bioprocess Technology, 2022, 15(8): 1836-1850.
- [6] RIZWAN H M, LIN Z M, HARSONOWATI W, et al. Identification of Fungal Pathogens to Control Postharvest Passion Fruit (*Passiflora Edulis*) Decays and Multi-Omics Comparative Pathway Analysis Reveals Purple is more Resistant to Pathogens than a Yellow Cultivar[J]. Journal of Fungi, 2021, 7(10): 879.
- [7] DA X, NISHIYAMA Y, TIE D, et al. Antifungal Activity and Mechanism of Action of Ou-Gon (*Scutellaria* Root Extract) Components Against Pathogenic Fungi[J]. Scientific Reports, 2019, 9: 1683.
- [8] 俎龙辉,王变利,高樱,等. 基于谱-效相关黄芩提取物抑菌药效物质基础及质量评价系统的研究[J]. 中国医院药学杂志, 2020, 40(20): 2095-2101.
ZU L H, WANG B L, GAO Y, et al. Research on Effective Substance of *Scutellaria* Extract and the Quality Evaluation System Based on Spectrum-Effect Correlation[J]. Chinese Journal of Hospital Pharmacy, 2020, 40(20): 2095-2101.
- [9] 宋军霞,祁红兵,颜思宏. 黄芩提取物的抑菌作用及稳定性研究[J]. 安徽农业科学, 2023, 51(4): 189-193.
SONG J X, QI H B, YAN S H. Study on Antibacterial Effects of *Radix Scutellariae* Extracts and Stability[J]. Journal of Anhui Agricultural Sciences, 2023, 51(4): 189-193.
- [10] 张春辉,张雯,张慧,等. 黄芩主要成分黄芩苷和黄芩素的体外抑菌试验[J]. 中兽医医药杂志, 2020, 39(4): 83-85.
ZHANG C H, ZHANG W, ZHANG H, et al. Antibacterial Experiments about Main Components of *Scutellaria Baicalensis* in Vitro[J]. Journal of Traditional Chinese Veterinary Medicine, 2020, 39(4): 83-85.
- [11] JIANG Y Q, WANG X D, LI X J, et al. Combination of 1-Methylcyclopropene and Phytic Acid Inhibits Surface Browning and Maintains Texture and Aroma of Fresh-Cut Peaches[J]. Postharvest Biology and Technology, 2023, 200: 112328.
- [12] 李元政,胡文忠,萨仁高娃,等. 天然植物提取物的抑菌机理及其在果蔬保鲜中的应用[J]. 食品与发酵工业, 2019, 45(14): 239-244.
LI Y Z, HU W Z, SA R, et al. Antimicrobial Mechanisms of Natural Plant Extracts and Applications in Preserving Fruits and Vegetables[J]. Food and Fermentation Industries, 2019, 45(14): 239-244.
- [13] HA S T T, JUNG Y O, LIM J H. Pretreatment with *Scutellaria Baicalensis* Georgi Extract Improves the Postharvest Quality of Cut Roses (*Rosa Hybrida* L.)[J]. Horticulture, Environment, and Biotechnology, 2020, 61(3): 511-524.
- [14] 石浩,王仁才,庞立,等. 黄芩等中药提取复配物对猕猴桃果实耐贮性的影响[J]. 果树学报, 2021, 38(2): 250-263.
SHI H, WANG R C, PANG L, et al. Effect of Storability on Compounds Extracted from *Scutellaria Baicalensis* and other Traditional Chinese Herbs in Kiwifruit[J]. Journal of Fruit Science, 2021, 38(2): 250-263.
- [15] 霍峰岩,夏宁,韦保耀,等. 黄芩提取物对芒果贮藏保鲜的研究[J]. 食品工业科技, 2009, 30(12): 342-346.
HUO F Y, XIA N, WEI B Y, et al. Study on *Scutellaria Baicalensis* Georgi Extract on the Storage and Preservation of Mango Fruit[J]. Science and Technology of Food Industry, 2009, 30(12): 342-346.
- [16] 王麟,陈伟,刘文涛. 基于黄芩/大黄提取液的聚乙烯醇薄膜制备及其对圣女果的保鲜效果[J]. 湖南包装, 2021, 36(2): 18-21.
WANG L, CHEN W, LIU W T. Preparation of Polyvinyl Alcohol Film Based on *Scutellaria Baicalensis* and

- Rhubarb Officinale Extract and Its Preservation Effect on Cherry Tomatoes[J]. *Hunan Packaging*, 2021, 36(2): 18-21.
- [17] 张芸, 王仕英. 黄芩提取物对“茂县糖心苹果”常温保鲜效果的影响[J]. *中国食品*, 2018(23): 152-154.
ZHANG Y, WANG S Y. Effect of *Scutellaria Baicalensis* Georgi Extract on the Fresh-Keeping Effect of "Maoxian Sugar Heart Apple" at Room Temperature[J]. *China Food*, 2018(23): 152-154.
- [18] GOLDING J B, BLADES B L, SATYAN S, et al. Low Dose Gamma Irradiation does not Affect the Quality or Total Ascorbic Acid Concentration of "Sweetheart" Passionfruit (*Passiflora Edulis*)[J]. *Foods*, 2015, 4(3): 376-390.
- [19] 仲晓露. 黄芩和大黄浸提规律的研究[D]. 南京: 南京中医药大学, 2022.
ZHONG X L. Study on the Leaching Pattern of *Scutellariae Radix* and *Rhubarb*[D]. Nanjing: Nanjing University of Chinese Medicine, 2022.
- [20] 刘博强, 郝义, 胡文清, 等. 水杨酸/LDPE 薄膜的制备及其对香蕉品质的影响[J]. *包装工程*, 2023, 44(5): 75-82.
LIU B Q, HAO Y, HU W Q, et al. Preparation of Salicylic Acid/LDPE Film and Its Effect on Banana Quality[J]. *Packaging Engineering*, 2023, 44(5): 75-82.
- [21] 李小方, 张志良. 植物生理学实验指导[M]. 5 版. 北京: 高等教育出版社, 2016: 120-210.
LI X F, ZHANG Z L. Experimental Instruction of Plant Physiology[M]. 5th ed. Beijing: Higher Education Press, 2016: 120-210.
- [22] ZHAO L C, WU L B, LI L Q, et al. Physicochemical, Structural, and Rheological Characteristics of Pectic Polysaccharides from Fresh Passion Fruit (*Passiflora Edulis* f. *Flavicarpa* L.) Peel[J]. *Food Hydrocolloids*, 2023, 136: 108301.
- [23] 滕峥, 杨翠凤. 西番莲采后品质及其保鲜技术研究进展[J]. *农产品加工*, 2019(22): 73-76.
TENG Z, YANG C F. A Review on Postharvest Quality and Fresh-keeping of Passion Fruit[J]. *Farm Products Processing*, 2019(22): 73-76.
- [24] XU H G, QIAO P, PAN J L, et al. CaCl_2 Treatment Effectively Delays Postharvest Senescence of Passion Fruit[J]. *Food Chemistry*, 2023, 417: 1-12.
- [25] MARIA C C R, SIDIANE C, VIVIANE M C, et al. Composition, Antioxidant Capacity and Quality of Yellow Passion Fruit During Storage[J]. *Semina Ciências Agrárias*, 2013, 34(1): 227-240.
- [26] XIN M, LI C B, HE X M, et al. Integrated Metabolomic and Transcriptomic Analyses of Quality Components and Associated Molecular Regulation Mechanisms during Passion Fruit Ripening[J]. *Postharvest Biology and Technology*, 2021, 180: 111601.
- [27] ZHANG X X, WEI X X, ALI M M, et al. Changes in the Content of Organic Acids and Expression Analysis of Citric Acid Accumulation-Related Genes during Fruit Development of Yellow (*Passiflora Edulis* F. *Flavicarpa*) and Purple (*Passiflora Edulis* F. *Edulis*) Passion Fruits[J]. *International Journal of Molecular Sciences*, 2021, 22(11): 5765.
- [28] 滕峥, 杨翠凤, 程巧珍, 等. 森柏保鲜剂对西番莲采后生理及贮藏品质的影响[J]. *湖南农业科学*, 2019(7): 89-92.
TENG Z, YANG C F, CHENG Q Z, et al. Effects of Semperfresh on Physiology and Quality of Post-Harvest Passionfruit[J]. *Hunan Agricultural Sciences*, 2019(7): 89-92.
- [29] RINALDI M M, COSTA A M, FALEIRO F G, et al. Post-Harvest Conservation of *Passiflora Setacea* DC. Fruits Submitted to Different Sanitizers and Storage Temperatures[J]. *Brazilian Journal of Food Technology*, 2017, 20: 2016046.
- [30] XUAN H Y, ZHU Y X, REN J Y, et al. Intrinsic Self-Healing and Biocompatibility of Carbon Nitride Coatings via Inhibiting or Degrading Ethylene for Fruit Preservation[J]. *Journal of Materials Science*, 2019, 54(12): 9282-9290.
- [31] 滕峥, 杨翠凤, 黄丽珠, 等. 热处理对西番莲果实采后生理特性的影响[J]. *湖北农业科学*, 2020, 59(8): 89-92.
TENG Z, YANG C F, HUANG L Z, et al. Effects of Heat Treatment on Physiological Characteristics of Fruits of Passion Fruit after Harvest[J]. *Hubei Agricultural Sciences*, 2020, 59(8): 89-92.
- [32] ZHANG R, LAN W T, DING J, et al. Effect of PLA/PBAT Antibacterial Film on Storage Quality of Passion Fruit during the Shelf-Life[J]. *Molecules*, 2019, 24(18): 3378.
- [33] 李静, 廖建宇, 卢衍行, 等. 乙烯利和乙醇处理对百香果催熟品质的影响[J]. *山西农业科学*, 2019, 47(9): 1509-1512.
LI J, LIAO J Y, LU Y H, et al. Effect of Ethephon and Ethanol Treatments on Ripening Quality of Passion Fruit (*Passiflora Edulis* Sim.)[J]. *Journal of Shanxi Agricultural Sciences*, 2019, 47(9): 1509-1512.
- [34] MOURA G S, SCHWAN E K R F, CLEMENTE E, et al. Postharvest Conservation of Yellow Passion Fruit from Lemon Grass (*Cymbopogon Citratus*) Derivatives[J]. *Ambiência*, 2016, 12(2): 667-682.